

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

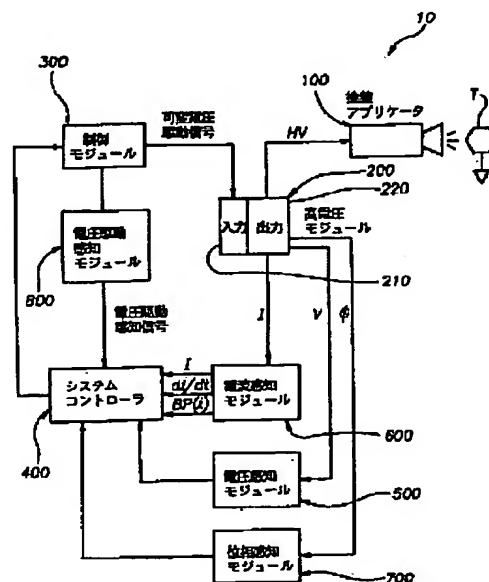
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(43) Date of publication of application: 04.08.98

(72) Inventor: **DANIEL C HEWE**
BARRS E HOWE

(57) Abstract:

SOLUTION: When high voltage generated by connecting a variable voltage drive signal to a high voltage module 200 from a control module 300, is applied to a coating material applicator 100 for giving a coating material to a target object T, a current sensing signal which represents the current filtered within the range of a change rate of current or a zone passing frequency between the applicator 100 and the object T, is generated. Further, a control signal is connected to the control module 300 by a system controller 400 in response to the current sensing signal, so that the high voltage to be sent to the applicator 100 is decreased(increase) under control when the change rate of current increases(decreases).



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-202151

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月4日

(51) Int.Cl.⁶

B 0 5 B 5/053
5/025
5/10

識別記号

F I

B 0 5 B 5/053
5/025
5/10

E

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-1257

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月7日

(31) 優先権主張番号 60/034656

(32) 優先日 1997年1月8日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591033250

イリノイ ツール ワークス インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国 イリノイ州 グレンビュ
ウ ウェスト レーク アベニュー 3600

(72) 発明者 ダニエル シー ヒューイ

アメリカ合衆国 インディアナ州 インデ
イアナポリス リーバー ロード 7716

(72) 発明者 ヴァース イー ハウ

アメリカ合衆国 インディアナ州 ザイア
ンズヴィル ドーハティー ドライヴ
12102

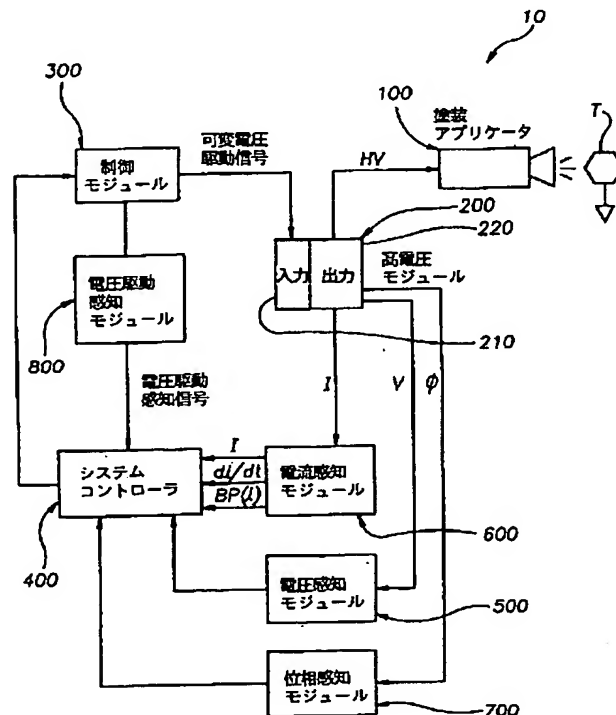
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

(54) 【発明の名称】 静電塗装システム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 塗装材料アプリーケータとターゲット物体との間の静電気放電を防止するために閉ループフィードバックシステムに発生される電圧及び電流感知信号に基づいて塗装材料アプリーケータに供給される電圧を制御する静電塗装システム及び方法を提供する。

【解決手段】 電流感知信号は、直流電流、電流変化率及び帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の1つ以上を表し、切迫した放電を示す比較的広範囲な状態に対して改善された感度を与える。塗装材料アプリーケータに高電圧を与える高電圧電源の効率は、高電圧変圧器のセンタータップに供給される可変電圧駆動信号を交互にシンクする第1及び第2の相補的な駆動信号間に遅延を与え、これら駆動信号の駆動周波数を変化させて、高電圧変圧器の出力の選択された電圧に対して可変電圧駆動信号を最小にし、そして上記相補的な駆動信号の駆動周波数をある位相ずれで高電圧変圧器の共振周波数に整合させて、高電圧変圧器の出力の電圧を最大にすることにより、高められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ターゲット物体に塗装材料を付着するための静電塗装システムにおいて、荷電された塗装材料をターゲット物体に向けて付与するための塗装材料アプリケーションと、入力及び出力を有し、出力が上記塗装材料アプリケーションに接続された高電圧モジュールと、上記高電圧モジュールの入力に接続された制御モジュールであって、上記塗装材料アプリケーションに送られる高電圧を発生するために可変電圧駆動信号を上記高電圧モジュールの入力に与える制御モジュールと、上記高電圧モジュールの出力に接続された電流感知モジュールであって、上記塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の電流の変化率、及び上記塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の少なくとも1つを表す電流感知信号を発生するための電流感知モジュールと、上記電流感知モジュールにより発生された電流感知信号を受け取るために上記電流感知モジュールに接続されたシステムコントローラであって、電流感知信号に応答して制御モジュールへ制御信号を与えるために制御モジュールに接続されたシステムコントローラとを備え、上記塗装材料アプリケーションに送られる高電圧は、上記電流変化率の増加及び上記帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の増加の少なくとも1つを表す電流感知信号に応答して制御モジュールにより減少することができ、そして上記塗装材料アプリケーションに送られる高電圧は、上記電流変化率の減少及び上記帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の減少の少なくとも1つを表す電流感知信号に応答して制御モジュールにより増加することができる、ことを特徴とする静電塗装システム。

【請求項2】 上記制御モジュールは、上記システムコントローラに接続され、上記システムコントローラからの制御信号に応答して可変出力信号を発生するパルス巾変調器と、上記パルス巾変調器に接続され、上記パルス巾変調器の可変出力信号に応答して可変電圧駆動信号を発生するためのスイッチングレギュレータであって、上記高電圧モジュールの入力に接続されて、その高電圧モジュールの入力に可変電圧駆動信号を与えるためのスイッチングレギュレータとを備え、上記高電圧モジュールは、上記スイッチングレギュレータからの可変電圧駆動信号に応答して、上記塗装材料アプリケーションへ送られる可変高電圧を発生する請求項1に記載のシステム。

【請求項3】 上記高電圧モジュールは、センタータップ付きの一次入力巻線及び二次出力巻線を有する変圧器を備え、上記センタータップは上記制御モジュールに接続され、上記制御モジュールは、上記一次入力巻線のセンタータップに可変電圧駆動信号を与え、

上記制御モジュールは、更に、上記変圧器の一次入力巻線の第1入力に接続された第1位相ドライバであって、第1駆動信号に応答して、上記センタータップに送られる可変電圧駆動信号をシンクするための第1位相ドライバと、上記変圧器の一次入力巻線の第2入力に接続された第2位相ドライバであって、第2駆動信号に応答して、上記センタータップに送られる可変電圧駆動信号をシンクするための第2位相ドライバとを更に備え、上記システムコントローラは、上記第1位相ドライバ及び第2位相ドライバに接続され、そして上記システムコントローラは、第1位相ドライバに第1駆動信号を与えそしてそれと交互に第2位相ドライバに第2駆動信号を与え、これらの第1駆動信号及び第2駆動信号は、共通の駆動周波数であって、 180° 位相がずれている請求項1に記載のシステム。

【請求項4】 位相感知信号を発生するために上記高電圧モジュールの出力に接続された位相感知モジュールを更に備え、この位相感知モジュールは、上記システムコントローラに位相感知信号を与えるためにそのシステムコントローラに接続され、上記システムコントローラは、駆動周波数がある位相ずれで上記高電圧モジュールの共振周波数に実質的に整合させて、位相感知信号に応答して高電圧モジュールの効率を高める請求項3に記載のシステム。

【請求項5】 第1駆動信号と第2駆動信号のとの間に遅延を含み、この遅延が上記高電圧モジュールの効率を高める請求項3に記載のシステム。

【請求項6】 電圧駆動感知信号を発生するために制御モジュールに接続された電圧駆動感知モジュールを更に備え、この電圧駆動感知モジュールは、上記システムコントローラへ電圧駆動感知信号を与えるためにそのシステムコントローラに接続され、そして上記システムコントローラは、電圧駆動感知信号に応答して制御モジュールからの可変電圧駆動信号が減少されるところの駆動周波数を決定するために駆動周波数を変化させる請求項3に記載のシステム。

【請求項7】 電圧感知信号を発生するために上記高電圧モジュールの出力に接続された電圧感知モジュールを更に備え、この電圧感知モジュールは、上記システムコントローラに電圧感知信号を与えるためにそのシステムコントローラに接続され、そして上記システムコントローラは、電圧感知信号に応答して上記制御モジュールへ制御信号を与え、上記塗装材料アプリケーションに送られる高電圧は、上記システムコントローラに与えられた電圧感知信号に応答して上記制御モジュールにより第1電圧レベルに調整できる請求項1に記載のシステム。

【請求項8】 上記塗装材料アプリケーションは、荷電された塗装材料をターゲット物体に向けて付与する複数の塗装材料アプリケーションである請求項1に記載のシステム。

【請求項9】 上記高電圧モジュールは、電圧マルチプ

ライヤに接続された普遍的な巻線型変成器を備え、この普遍的な巻線型変成器の一次巻線は、上記制御モジュールに接続され、そして上記電圧マルチプライヤの出力は、塗装材料アプリケーションに接続される請求項1に記載のシステム。

【請求項10】 ターゲット物体に塗装材料を付着するための静電塗装システムにおいて、荷電された塗装材料をターゲット物体に向けて付与するための塗装材料アプリケーションと、

センタータップ付きの一次入力巻線と、上記塗装材料アプリケーションに接続された高電圧モジュール出力とを有する高電圧モジュールと、

上記高電圧モジュールに接続され、上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧を発生するために上記高電圧モジュールのセンタータップに可変電圧駆動信号を与える制御モジュールと、

上記高電圧モジュールの一次入力巻線の第1入力に接続され、第1駆動信号にตอบสนองして、上記センタータップに送られる可変電圧駆動信号をシンクするための第1の位相ドライバと、

上記高電圧モジュールの一次入力巻線の第2入力に接続され、第2駆動信号にตอบสนองして、上記センタータップに送られる可変電圧駆動信号をシンクするための第2の位相ドライバと、

上記第1位相ドライバ及び第2位相ドライバに接続されたシステムコントローラであって、第1駆動信号を第1位相ドライバに与えると共に、第2駆動信号を第2位相ドライバに交互に与え、第1駆動信号及び第2駆動信号は、共通の駆動周波数であって且つ180°位相ずれしているようなシステムコントローラと、

電圧駆動感知信号を発生するために上記制御モジュールに接続された電圧駆動感知モジュールであって、システムコントローラに電圧駆動感知信号を与えるためにシステムコントローラに接続された電圧駆動感知モジュールとを備え、

上記制御モジュールからの可変電圧駆動信号は、第1駆動信号と第2駆動信号との間に1つの遅延を与えそして駆動周波数を変更することにより電圧駆動感知信号にตอบสนองして減少されることを特徴とする静電塗装システム。

【請求項11】 上記塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の直流電流、上記塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の電流の変化率、及び上記塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の少なくとも1つを表す電流感知信号を発生するために上記高電圧モジュールの出力に接続された電流感知モジュールを更に備え、

上記システムコントローラは、上記電流感知モジュールにより発生された電流感知信号を受け取るために電流感知モジュールに接続され、そして上記システムコントローラは、電流感知信号にตอบสนองして上記制御モジュールへ

制御信号を与えるために上記制御モジュールに接続され、

上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧は、上記直流電流の増加、上記電流変化率の増加及び上記帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の増加の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして制御モジュールにより減少することができ、そして上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧は、上記直流電流の減少、上記電流変化率の減少及び上記帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の減少の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして制御モジュールにより増加することができる請求項10に記載のシステム。

【請求項12】 位相感知信号を発生するために上記高電圧モジュールの出力に接続された位相感知モジュールを更に備え、この位相感知モジュールは、上記システムコントローラに位相感知信号を与えるためにそのシステムコントローラに接続され、上記システムコントローラは、駆動周波数がある位相ずれで上記高電圧モジュールの共振周波数に実質的に整合させて、位相感知信号にตอบสนองして高電圧モジュールの効率を高める請求項10に記載のシステム。

【請求項13】 静電塗装システムによりターゲット物体に塗装材料を付着するための方法において、塗装材料アプリケーションによりターゲット物体に向けて荷電された塗装材料を付与し、

上記塗装材料アプリケーションに接続された出力を有する高電圧モジュールにより上記塗装材料アプリケーションに高電圧を供給し、

高電圧モジュールの入力に可変電圧駆動信号を与えて、その高電圧モジュールの入力に接続された制御モジュールにより高電圧モジュールの出力に高電圧を発生し、高電圧モジュールの出力に接続された電流感知モジュールにより、上記塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の電流の変化率信号、及び上記塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流信号の少なくとも1つを表す電流感知信号を発生し、

上記電流感知モジュール及び制御モジュールに接続されたシステムコントローラにより電流感知信号にตอบสนองして制御モジュールへ制御信号を与え、

上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧を、上記電流変化率の増加及び上記帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の増加の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして上記制御モジュールにより減少し、そして上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧を、上記電流変化率の減少及び上記帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の減少の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして上記制御モジュールにより増加する、という段階を備えたことを特徴とする方法。

【請求項14】 変化率限界を越える電流変化率、及び

帯域通過フィルタ電流限界を越える帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして上記制御モジュールにより上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧をディスエィブルするという段階を更に備えた請求項13に記載の方法。

【請求項15】 直流電流の増加を表す電流感知信号にตอบสนองして制御モジュールにより塗装材料アプリケーションに供給される高電圧を減少し、そして直流電流の減少を表す電流感知信号にตอบสนองして制御モジュールにより塗装材料アプリケーションに供給される高電圧を増加するという段階を更に備えた請求項13に記載の方法。

【請求項16】 直流電流限界を越える直流電流を表す電流感知信号にตอบสนองして制御モジュールにより塗装材料アプリケーションに供給される高電圧をディスエィブルするという段階を更に備えた請求項15に記載の方法。

【請求項17】 上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧を、第1の直流電流レベルより増加する直流電流、第1の電流変化率レベルより増加する電流変化率、及び第1の帯域通過電流レベルより増加する帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして、制御モジュールにより第1電圧レベルより低く減少し、そして上記塗装材料アプリケーションに供給される高電圧を、第1の直流電流レベルに向かって減少する直流電流、第1の電流変化率レベルに向かって減少する電流変化率、及び第1の帯域通過電流レベルに向かって減少する帯域通過周波数範囲のフィルタされた電流の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして、制御モジュールにより第1電圧レベルに向かって増加する、という段階を更に備えた請求項13に記載の方法。

【請求項18】 上記高電圧モジュールは、センタータップ付きの一次入力巻線及び二次出力巻線を有する変圧器を備え、上記センタータップは上記制御モジュールに接続され、上記制御モジュールは、上記変圧器の一次入力巻線の第1入力に接続された第1位相ドライバと、上記変圧器の一次入力巻線の第2入力に接続された第2位相ドライバとを更に備え、上記システムコントローラは、上記第1位相ドライバ及び第2位相ドライバに接続され、上記方法は、更に、上記変圧器の一次入力巻線のセンタータップに可変電圧駆動信号を供給し、上記第1位相ドライバに第1駆動信号を与えそしてそれと交互に上記第2位相ドライバに第2駆動信号を与え、これら第1駆動信号及び第2駆動信号は、共通の駆動周波数であって、 180° 位相がずれており、上記第1位相ドライバからの第1駆動信号にตอบสนองして上記センタータップに供給される可変電圧駆動信号をシンクし、そして上記第2位相ドライバからの第2駆動信号にตอบสนองして上記センタータップに供給される可変電圧駆動信号を交互にシンクする、という段階を備えた請求項

13に記載の方法。

【請求項19】 上記高電圧モジュールの出力に接続された位相感知モジュールにより位相感知信号を発生し、上記位相感知信号をシステムコントローラへ供給し、上記位相感知モジュールはシステムコントローラに接続され、そして駆動周波数のある位相ずれで高電圧モジュールの共振周波数に実質的に整合させて、上記位相感知信号にตอบสนองして高電圧モジュールの効率を高める、という段階を更に備えた請求項18に記載の方法。

【請求項20】 第1駆動信号と第2駆動信号との間に遅延を与え、高電圧モジュールの効率を高める請求項18に記載の方法。

【請求項21】 上記制御モジュールに接続された電圧駆動感知モジュールにより電圧駆動感知信号を発生し、上記電圧駆動感知信号をシステムコントローラに供給し、上記電圧駆動感知モジュールは、システムコントローラに接続され、そして上記電圧駆動感知信号にตอบสนองして制御モジュールからの可変電圧駆動信号を減少するように駆動周波数を変化させる、という段階を備えた請求項18に記載の方法。

【請求項22】 上記高電圧モジュールの出力に接続された電圧感知モジュールにより電圧感知信号を発生し、上記電圧感知信号をシステムコントローラに供給し、上記電圧感知モジュールは、システムコントローラに接続され、そして上記電圧感知信号にตอบสนองして制御モジュールに制御信号を与え、上記塗装材料アプリケーションの高電圧を第1電圧レベルに調整する、という段階を備えた請求項18に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ターゲット物体に塗装材料を付着する静電塗装システム及び方法に係り、より詳細には、静電塗装システムの塗装材料アプリケーションからの放電を防止すると共に、静電塗装システムの塗装材料アプリケーションに高電圧を供給する高電圧電源の効率を高めることに係る。

【0002】

【従来の技術】 静電塗装システムは、静止しているか又はコンベアに沿って移動されるターゲット物体に静電的に荷電された流体又は粉体の塗装材料を付与し、塗装材料をターゲット物体に実質的に均一に付着するのに使用される。これらシステムは、一般に、ターゲット物体に対して高い電位に維持された塗装材料アプリケーションを備えている。この塗装材料アプリケーションは、常にそうではないが通常は負の電位であり、そしてターゲット物体は、接地電位又はその付近に維持される。ここで使用する塗装材料アプリケーションという用語は、粉体及び流体の塗装材料を荷電しそしてその荷電された塗装材料をターゲット物体に向けて付与するためのある種の装置を指す。これらの塗装材料アプリケーションは、例えば、参考と

してここに取り上げる本発明の譲受人であるランスバークコーポレーションに譲渡されたハウ氏等の1995年7月18日付けの「ノンインセンディブロータリーアトマイザー(Nonincendive Rotary Atomizer)」と題する米国特許第5,433,387号に開示されたように、とりわけ、塗装材料付与ガン、塗装材料付与ベル及び塗装材料付与噴霧器を含む。

【0003】塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の比較的高い電圧は、塗装材料アプリケーションと、操作者を含むターゲット物体との間に生じる放電又はスパークの電位により操作者への実質的な感電の危険性を招く。更に、多くの塗装材料は揮発性及び可燃性であるために、放電が生じると着火し、傷害の危険性も招く。静電塗装システムを運転する場合は、オキュペーション・セーフティ・アンド・ヘルス・アクト(OSHA)に基づく作業場安全規定が適用され、責任保険業者は、若干の例外を除いて、静電塗装の運転が、噴霧仕上げ作業に関するナショナル・ファイア・プロテクション・アソシエーション(NFPA)規格に合致して行われることを要求する。従って、政府条例及び工業規格に合致しそして操作者への傷害のおそれを減少するために静電塗装システムの放電を防止することが望まれる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】静電塗装システムの放電のおそれの減少に向かって既に幾つかの進歩が見られる。例えば、本発明の譲受人であるランスバークコーポレーションに譲渡されたベントリー氏の1980年2月5日付けの「静電塗装システム(Electrostatic Coating System)」と題する米国特許第4,187,527号においては、抵抗値の低い放電抵抗を有する短絡装置が、スパーク状態が差し迫ったときに塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の高電圧をゼロまで迅速に減少する。より詳細には、この放電装置は、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間に過剰な電流又は過剰な電流変化率が検出されるのに応答して制御回路によりイネーブルされる。これらの検出される電流パラメータは、一般に、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の距離、ターゲット物体のサイズ及び形状、そしてターゲット物体が塗装材料アプリケーションに対して移動する割合に依存している。従って、ベントリー氏は、電気スパークが差し迫ったときに塗装材料アプリケーションの電圧を急激にディスエイブルすることによって放電を防止する。しかしながら、ベントリー氏は、変化する電流パラメータに応答して塗装材料アプリケーションの電圧を変化させない。むしろ、ベントリー氏の塗装材料アプリケーションの高電圧は、電流パラメータの限界を越えたときだけ、変化する電流パラメータの影響を受け、そのとき、電圧は完全にディスエイブルされ、手動でリセットしなければならない。

【0005】これも本発明の譲受人であるランスバーク

コーポレーションに譲渡されたヒュージ氏の1988年5月17日付けの「電源(Power Supply)」と題する米国特許第4,745,520号は、塗装材料アプリケーションに接続された高電圧発生器を有する静電塗装システムを開示している。塗装材料アプリケーションの高電圧は、電氣的スパークが差し迫ったときに、高電圧出力及び塗装材料アプリケーションの高い抵抗値及び高いキャパシタンスを実質的に除去することにより比較的迅速に放電される。高電圧発生器は、高電圧変圧器を備え、そのセンタータップされた一次巻線は、パルス巾変調の駆動信号により駆動され、この駆動信号は、固定周波数発振器の制御のもとで一次巻線の2つの半部分を経て交互にスイッチされる。パルス巾変調の駆動信号は、制御信号に応答して、塗装材料アプリケーションの高電圧を電圧フィードバック信号に基づいて調整する。高電圧発生器は、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間に検出された過負荷電流に応答して、一次巻線のセンタータップから電圧を除去しそして塗装材料アプリケーションの高電圧を一連の抵抗を経て放電することにより、ディスエイブルされる。しかしながら、ヒュージ氏のシステムは、過負荷電流状態に応答して高電圧発生器がディスエイブルされたときには手動でリセットしなければならない。又、高電圧発生器は、コロナ放電を表す信号に応答して瞬間的にディスエイブルされるが、コロナ放電を表す信号の発生が特定の時間周期内に不連続となる場合だけイネーブルされる。それ以外は、ヒュージ氏のシステムは、過負荷電流状態の場合と同様に手動でリセットされねばならない。又、ヒュージ氏も、変化する電流パラメータに応答して塗装材料アプリケーションの電圧を変化させない。むしろ、ヒュージ氏の塗装材料アプリケーションの高電圧は、ベントリー氏と同様に、電流パラメータの限界を越えたときだけ完全にディスエイブルされる。ヒュージ氏は、指定の時間周期内に電流欠陥が補正された場合に自動的にシステム回復を与え、さもなければ、システムは手動でリセットされねばならない。

【0006】インジアナ州、インジアナポリスのランスバークコーポレーションから入手できるRanspak(登録商標)1000電源は、高電圧変圧器及び一体的なカスケード変圧器を備え、塗装材料アプリケーションに高電圧出力を供給する。塗装材料アプリケーションの高電圧は、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の多数の電流パラメータに基づいて制御される。第1に、塗装材料アプリケーションの高電圧は、ヒュージ氏の米国特許第4,745,520号について上記したのと同様に、直流過負荷状態に応答してディスエイブルされる。第2に、高電圧は、直流スレッショールドと、直流過負荷状態に対応する直流値との間の直流変化として動的に変化される。高電圧は、ターゲット物体が塗装材料アプリケーションに近づくときは増加する直流に応答して急勾配の負荷線に沿って減少され、そして電圧は、ターゲット物

体が塗装材料アプリケーションから離れるときには減少する直流にตอบสนองして同じ急勾配の負荷線に沿って増加される。しかしながら、この構成によれば、電圧は、急勾配の負荷線により比較的狭い範囲の直流変化にわたって制御される。又、Rans-Pak（登録商標）1000電源は、電流変化率の変動及びコロナ放電を表す電流パラメータにตอบสนองする動的な電圧制御を含んでいない。従って、Rans-Pak（登録商標）1000電源は、放電を防止するために塗装材料アプリケーションの高電圧の不必要なディスエイブル動作を被ることになる。

【0007】これも本発明の譲受人であるランスパークコーポレーションに譲渡されたヒュージ氏等の1992年10月27日付けの「高電圧電源制御システム(High Voltage Power Supply Control System)」と題する米国特許第5,159,544号は、高電圧変圧器を含む高電圧発生器に接続された塗装材料アプリケーションを備えていて、上記高電圧発生器がその共振周波数で動作され、最大出力電圧を与えると共に、放電のおそれを減少するような静電塗装システムを開示している。電圧制御発振器は、高電圧変圧器の一次巻線を駆動するための出力信号を与える。位相比較器は、電圧制御発振器の出力信号位相と、高電圧変圧器の二次巻線の出力信号位相とに基づいて制御信号を発生する。位相比較器の制御信号は、電圧制御発振器により発生される出力信号の周波数を変えるのに使用され、高電圧変圧器の二次巻線の出力信号に対し90°の位相ずれが生じるようにする。従って、高電圧変圧器は、その最大出力電圧で動作され、放電を生じる予期せぬ電圧サージのおそれを防止する。

【0008】以上の説明から、とりわけ、公知の静電塗装システム及びその方法を改善する必要性があることが明らかである。

【0009】

【課題を解決するための手段】それ故、本発明の目的は、公知の問題を克服する新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。又、本発明の目的は、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の放電のおそれを減少する新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。

【0010】本発明の別の目的は、閉ループフィードバックシステムに発生された電流感知信号に基づいて塗装材料アプリケーションへ供給される電圧を動的に調整し、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の静電気放電を防止する新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。

【0011】本発明の更に別の目的は、閉ループフィードバックシステムに発生された電流感知信号に基づいて塗装材料アプリケーションへ供給される電圧を動的に調整し、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の静電気放電を防止する新規な静電塗装システム及び方法であって、上記電流感知信号は、切迫した放電を表す比較

的広範囲な状態に対して感度の改善を与えるために、直流電流、電流変化率及び帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流の1つ以上を表すような新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。

【0012】又、本発明の目的は、静電塗装システムの塗装材料アプリケーションに高電圧を供給する高電圧電源の効率を高める新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。本発明の別の目的は、高電圧変圧器のセンタータップへ供給される可変電圧駆動信号を交互にシンクする(sink)第1及び第2の相補的な駆動信号間に遅延を与えることにより、静電塗装システムの塗装材料アプリケーションに高電圧を供給する高電圧電源の効率を高める新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。

【0013】本発明の別の目的は、高電圧変圧器のセンタータップへ供給される可変電圧駆動信号を交互にシンクする第1及び第2の相補的なドライバの駆動周波数を変えることにより、静電塗装システムの塗装材料アプリケーションに高電圧を供給する高電圧電源の効率を高める新規な静電塗装システム及び方法であって、上記可変電圧駆動信号が高電圧変圧器の出力の選択された電圧に対して最小にされる新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。

【0014】本発明の更に別の目的は、高電圧変圧器のセンタータップへ供給される可変電圧駆動信号を交互にシンクする第1及び第2の相補的なドライバの駆動周波数がある位相ずれで高電圧変圧器の共振周波数に整合することにより、静電塗装システムの塗装材料アプリケーションに高電圧を供給する高電圧電源の効率を高める新規な静電塗装システム及び方法であって、高電圧変圧器の出力の電圧が最大にされるような新規な静電塗装システム及び方法を提供することである。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明のこれら及び他の目的、特徴並びに効果は、同様の部分及び段階が同じ参照番号で示された添付図面を参照した以下の詳細な説明から完全に理解されよう。図1は、荷電された塗装材料をターゲット物体Tに向けて付与するための塗装材料アプリケーション100を一般的に備えた静電塗装システム10のブロック図である。塗装材料アプリケーション100は、通常接地電位又はその付近にあるターゲット物体Tに対して比較的高い正又は負の電位に維持される。塗装材料アプリケーション100とターゲット物体Tとの間の動作電圧は、約20キロボルト(kV)ないし約100kVの大きさをもつDC電圧成分を有する。塗装材料アプリケーション100とターゲット物体Tとの間の動作電流は、約20マイクローアンペア(μA)ないし約1000μAの大きさをもつDC成分を有する。しかしながら、これらの動作電圧及び電流の範囲は、単なる例示に過ぎず、当業者であれば、とりわけ、塗装材料の導電率、塗装材料アプリ

ケータの形式、システムにおける塗装材料アプリケーションの数、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の距離、そしてターゲット物体のサイズ及び形状を含む多数のファクタに基づいて、それより大きくても小さくてもよいことが明らかであろう。更に、本発明の1つの特徴によれば、これらの動作電圧及び電流パラメータは、以下に述べるように、塗装材料アプリケーションに印加される電圧を制御すると共に、塗装材料アプリケーション100とターゲット物体Tとの間の電流を制御するために、これらの範囲内及びこれらの範囲外で動的に変化される。

【0016】塗装材料アプリケーション100は、一般に、荷電された液体又は粉体塗装材料を付与する塗装材料付与ガン、又は塗装材料付与ロータリー噴霧器、又は塗装材料付与噴霧器である。1つの例示的構成においては、塗装材料アプリケーション100は、参考としてここに取り上げる本発明の譲受人に譲渡されたハウ氏等の1995年7月18日付けの「ノンインセンディブロータリーアトマイザー(Nonincendive Rotary Atomizer)」と題する米国特許第5,433,387号に開示されたように蓄積エネルギーを減少するために比較的低いキャパシタンスを有するロータリー噴霧器である。塗装材料アプリケーション100は、より一般的には、1つ以上のターゲット物体に向けて塗装材料を付与するために静電塗装システムの共通の高電圧電源に対して並列な電気回路構成に配列された複数の塗装材料アプリケーションを表す。又、ここで使用するターゲット物体という用語は、その物体が付与された塗装材料の意図されたターゲット物体であるかどうかに関わりなく塗装材料アプリケーション100からの放電路を形成する物体(1つ又は複数)を指す。従って、例えば、ターゲット物体は、塗装材料アプリケーション100の付近に存在して、放電を生じさせることのある操作者及び他の物体も含む。

【0017】図1に示されたシステム10は、入力210と、塗装材料アプリケーション100に接続された出力220とを有する高電圧モジュール200を備えている。図2において、高電圧モジュール200は、一次巻線及び高電圧二次巻線をもつ高電圧変圧器230を備え、その二次巻線は、高電圧整流器・マルチプライヤ回路240に接続され、これは、変圧器の二次巻線の高電圧AC信号を高電圧DC出力に変換し、この出力が塗装材料アプリケーション100に供給される。この例示的な高電圧モジュール構成は、参考としてここに取り上げる本発明の譲受人に譲渡されたヒュージ氏の1988年5月17日付けの「電源(Power Supply)」と題する米国特許第4,745,520号に詳細に開示されている。単一の塗装材料アプリケーション100が高電圧モジュール200に接続される用途では、参考として取り上げるヒュージ氏の特許に開示されたように、高電圧モジュール200を塗装材料アプリケーション100と一体化し、蓄積エネルギーを減少して、比較的迅速に消散することができる。多数

の塗装材料アプリケーションが並列な構成で高電圧モジュール200に接続される用途では、対応する高電圧ケーブルが高電圧モジュール200を高電圧モジュール200とは個別の多数の塗装材料アプリケーションに接続し、この場合には、高電圧電源200と塗装材料アプリケーション100との間の距離が蓄積エネルギーを減少するために一般的に最小にされる。

【0018】図1は、高電圧モジュール200に接続された制御モジュール300を示しており、この制御モジュール300は、高電圧モジュールの入力210に変電圧駆動信号を与え、塗装材料アプリケーション100に接続された高電圧モジュールの出力220に高電圧を発生する。図2に示された制御モジュール300は、パルス巾変調器310及びスイッチングレギュレータ320を備えている。パルス巾変調器310は、システムコントローラ400からの制御信号に応答して、可変出力信号を発生する。1つの実施形態において、パルス巾変調器310は、約40kHzないし約60kHzの間で変化する可変周波数及びデューティサイクルの出力信号を発生するプログラム可能な周波数/パルス巾ジェネレータである。スイッチングレギュレータ320は、パルス巾変調器310に接続され、その可変出力信号に応答して可変電圧駆動信号を発生する。スイッチングレギュレータ320は、高電圧一次巻線のセンタータップ232に可変電圧駆動信号を供給して、高電圧変圧器の出力に可変高電圧を発生する。第1の位相ドライバ330は変圧器の一次巻線の第1入力234に接続され、そして第2位相ドライバ340は変圧器の一次入力巻線の第2入力236に接続される。第1の位相ドライバ330は、コントローラ400からの第1駆動信号に応答して第1信号を発生し、センタータップ232に与えられる可変電圧駆動信号をシンクし、そして第2の位相ドライバ340は、コントローラ400からの第2駆動信号に応答して第2の信号を交互に発生し、センタータップ232に与えられる可変電圧駆動信号をシンクする。本発明のこの特徴により、第1の位相ドライバ330からの第1信号と第2の位相ドライバ340からの第2信号は、同じく同周波数であって且つ位相が180°ずれている。

【0019】図1及び2は、塗装材料アプリケーション100とターゲット物体Tとの間の高電圧を表す電圧感知信号を発生するために高電圧モジュールの出力220に接続された電圧感知モジュール500を示している。1つの実施形態において、この電圧感知信号は、高電圧モジュールの出力220の抵抗性分割回路により発生される第1電圧フィードバック信号に基づく。この目的に適した第1電圧フィードバックの抵抗性分割回路は、参考としてここに取り上げる本発明の譲受人に譲渡されたヒュージ氏の1988年5月17日付けの「電源(Power Supply)」と題する米国特許第4,745,520号に詳細に開示されている。電圧感知モジュール500は、シス

テムコントローラ400に電圧感知信号を与えるためにシステムコントローラ400に接続される。システムコントローラ400は、電圧感知信号にตอบสนองして制御モジュール300に制御信号を発生及び供給し、塗装材料アプリケーション100の高電圧は、システムコントローラ400からの制御信号にตอบสนองして定常動作の間に制御モジュール300により第1電圧レベルに調整することができる。この第1電圧レベルは、一般に、特定の塗装用途に対して選択されたユーザ定義の電圧レベルであって、ユーザインターフェイス30においてシステムコントローラ400に入力されそして可視インジケータ40に表示される。1つの実施形態において、電圧感知信号は、上記のヒュージ氏の1988年5月17日付けの「電圧」と題する米国特許第4,745,520号に詳細に開示されたように、パルス巾変調器の可変電圧を制御するための制御信号を発生する比較器へ供給される。図2の実施形態では、電圧感知信号は、バッファ20を経てマイクロプロセッサベースのシステムコントローラ400へ供給され、そしてシステムコントローラ400は、それにตอบสนองして、パルス巾変調器310により発生される可変出力信号を制御するための制御信号を発生し、上記のようにスイッチングレギュレータ320を制御する。従って、塗装材料アプリケーション100の電圧は、塗装材料アプリケーション100に所望の電圧を与えるように電圧感知信号にตอบสนองして動的に増加又は減少される。

【0020】図1に示された電流感知モジュール600は、塗装材料アプリケーション100とターゲット物体Tとの間の直流電流(I)、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の電流変化率(di/dt)、及び塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流BP(i)のうちの少なくとも1つ以上を表す電流感知信号を発生するために高電圧モジュールの出力220に接続される。1つの実施形態において、電流感知信号は、接地点への高電圧モジュールの出力220の戻り路と直列な抵抗値により発生される第2の電圧フィードバック信号に基づく。この目的に適した第2の電圧フィードバック抵抗回路は、参考としてここに取り上げる本発明の譲受人に譲渡されたヒュージ氏の1988年5月17日付けの「電圧」と題する米国特許第4,745,520号に詳細に開示されている。本発明のこの特徴によれば、直流電流は、電流感知信号に対応する第2の電圧フィードバック信号のDC成分に比例し、そして電流変化率信号及びフィルタされた電流信号は、以下に述べるように、第2の電圧フィードバック信号から発生される。

【0021】又、電流感知モジュール600は、システムコントローラ400へ電流感知信号を与えるためにシステムコントローラ400に接続される。システムコントローラ400は、電流感知信号にตอบสนองして制御モジュール300に制御信号を発生及び供給し、塗装材料アプ

リケータの高電圧は、システムコントローラ400からの制御信号にตอบสนองして制御モジュール300により動的に調整可能である。従って、塗装材料アプリケーション100に送られる高電圧は、電圧感知信号及び電流感知信号の両方にตอบสนองして制御される。しかしながら、高電圧を制御する目的のために、電流感知信号の方が電圧感知信号よりも優先順位が高い。というのは、電流感知信号は、一般に、高い電圧を減少することにより防止できる初期の静電気放電を表すからである。図2の実施形態において、電流感知信号は、マイクロプロセッサベースのシステムコントローラ400に供給され、これは、制御モジュール300の可変電圧駆動信号を制御するための制御信号を発生するが、これら制御信号は、アナログ回路によって発生されてもよい。

【0022】電流変化率は、一般に、電流感知信号をサンプリングし、そして最も最近サンプリングされた信号を既にサンプリングされた信号と比較することにより測定される。1つの実施形態において、電流感知信号に対応する第2の電圧フィードバック信号は、参考としてここに取り上げる本発明の譲受人に譲渡されたベントリー氏の1980年2月5日付けの「静電塗装システム(Electrostatic Coating System)」と題する米国特許第4,187,527号に詳細に説明されたように、サンプル・ホールド回路を組み込んだ傾斜検出回路へ供給される。図2の実施形態では、電流感知信号に対応する第2の電圧フィードバック信号がバッファ22を経てマイクロプロセッサベースのシステムコントローラ400へ供給される。この構成では、マイクロプロセッサベースのシステムコントローラ400は、電流感知信号を連続的にサンプリングし、そして最も最近サンプリングされた電流感知信号を既にサンプリングされた電流感知信号と比較し、電流変化率の尺度を得る。1つの実施形態では、システムコントローラ400は、電流感知信号のDC成分をサンプリングし、電流変化率の尺度を得る。マイクロプロセッサベースのシステムコントローラ400で達成できる比較的高いサンプリングレートは、電流変化率の尺度を比較的瞬時に与え、これにより、システムコントローラ400は、塗装材料アプリケーション100の高電圧をより応答的に制御することができる。この改善された高電圧制御により、システムコントローラ400は、塗装材料アプリケーションの高電圧をディスエイブルする必要のあるレベルまで電流変化率が上昇する前に電流変化率の上昇にตอบสนองして塗装材料アプリケーション100の高電圧を減少し、その結果、以下に詳細に述べるように、一般的に改良された運転効率を得ることができる。

【0023】帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流は、一般的に、帯域通過フィルタで電流感知信号をフィルタすることにより測定される。1つの実施形態においては、参考として取り上げるヒュージ氏の米国特許第4,745,520号に詳細に開示されたように、

電流感知信号に対応する第2のフィードバック電圧信号は、アナログの帯域通過フィルタ回路に供給され、帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流が発生される。図2の実施形態では、電流感知信号に対応する第2の電圧フィードバック信号は、バッファ24によりマイクロプロセッサベースのシステムコントローラ400に接続されたプログラム可能な帯域通過フィルタ50へ送られ、この帯域通過フィルタ50は、システムコントローラ400によりプログラムできる。1つの用途において、帯域通過フィルタの範囲は、約200Hzを中心周波数として約20Hzないし約2000Hzである。より一般的には、周波数範囲はもっと広くても狭くてもよく、そして中心周波数は、特定の用途に基づいて変化する。1つの構成においては、多数の異なる周波数範囲と、それに対応する中心周波数がメモリに記憶され、異なる塗装材料用途において選択されそして使用される。本発明のこの特徴によれば、フィルタ50の出力信号は、帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流に対応し、そして塗装材料アプリケーション100におけるコロナ放電の可能性を示す。システムコントローラ400は、以下に詳細に述べるように、帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流の測定レベルにตอบสนองして塗装材料アプリケーション100へ供給される高電圧を制御する。

【0024】塗装材料アプリケーション100へ供給される高電圧は、直流電流の増加、電流変化率の増加、及び帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流の増加の少なくとも1つ以上を表す電流感知信号にตอบสนองして、動的に減少することができる。又、塗装材料アプリケーション100へ供給される高電圧は、直流電流の減少、電流変化率の減少、及び帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流の減少の少なくとも1つ以上を表す電流感知信号にตอบสนองして、制御モジュール300により動的に増加することができる。

【0025】図3は、塗装材料アプリケーション100へ供給される高電圧と、塗装材料アプリケーション100とターゲット物体Tとの間の直流電流との例示的負荷曲線関係を示すグラフである。本発明の1つの特徴によれば、塗装材料アプリケーション100へ供給される高電圧は、第1の直流電流レベル I_1 より上昇する直流電流、第1の電流変化率レベルより増加する電流変化率、及び第1の帯域通過電流レベルより増加する帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流の少なくとも1つ以上を表す電流感知信号にตอบสนองして第1の電圧レベル V_1 以下に動的に減少される。又、塗装材料アプリケーションの高電圧は、第1の直流電流レベルに向かって減少する直流電流、第1の電流変化率レベルに向かって減少する電流変化率、及び第1の帯域通過電流レベルに向かって減少する帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流の少なくとも1つを表す電流感知信号にตอบสนองして、第1の電圧レベ

ル V_1 に向かって動的に増加される。

【0026】図3に示す本発明の別の特徴によれば、塗装材料アプリケーションに供給される高電圧は、直流電流限界 I_{max} を越える直流電流、変化率限界を越える電流変化率及び帯域通過フィルタ電流限界を越える帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流の少なくとも1つ以上を表す電流感知信号にตอบสนองしてディスエイブルされる。又、塗装材料アプリケーションに供給される高電圧は、電圧がある最小値まで減少したときにディスエイブルされてもよい。

【0027】本発明の別の特徴によれば、システムコントローラ400は、欠陥状態を生じた電流感知信号成分が指定の時間内に消失した際に、塗装材料アプリケーション100に供給されるディスエイブルされた電圧をイネーブルするように自動的に試みる。1つの動作モードにおいては、例えば、ディスエイブルされた高電圧は、コロナ放電を表す帯域通過周波数範囲におけるフィルタされた電流のレベルが指定の時間内に消失した際にイネーブルされる。本発明のこの特徴によれば、システムコントローラ400は、ディスエイブルされた高電圧を手動でリセットしなければならない前に、システムを何回もリセットするよう試みる。

【0028】システム10に最初に電力を付与する間及びシステム10を自動的にリセットする間に、変圧器のセンタータップ232に供給される可変電圧駆動信号は、システムコントローラ400の制御のもとで所定の増加率で第1の電圧レベルに向かってアップ方向に傾斜され即ち増加される。しかしながら、電圧増加率は、放電を表す電流感知信号にตอบสนองして減少されてもよくそして最終的にディスエイブルされてもよい。電圧増加率は、一般的に、初期のパワーアップ状態と自動的なシステムリセット状態で同じではなく、自動的なシステムリセット状態では、システムに最初に電力を付与する間に必要とされる以上の迅速な電圧増加が必要とされる。

【0029】図3のグラフは、実質的にリニアな動作領域を含む電圧と直流電流の関係を示すが、電圧-直流電流の関係は一般的には非リニアである。電圧と電流変化率との間、及び電圧と電流感知信号のフィルタされた電流成分との間にも同様の関係が存在するが、これら各々の電圧-電流関係は一般的に独特のもので、非リニアである。電流変化率及びフィルタされた電流のパラメータは、独特であるが、直流電流パラメータが用途ごとに変化するほどは、用途ごとに変化しない傾向がある。必要とされる直流電流レベルは、例えば、とりわけ、塗装材料の導電率、塗装材料アプリケーションの形式、塗装材料アプリケーションとターゲット物体との間の距離、並びにターゲット物体のサイズ及び形状を含む静電塗装システムの構成及び特定の用途に関連した多数のファクタに依存している。従って、直流電流レベルは、ユーザが定義する電流レベルであって、特定の塗装用途に対して選択さ

れ、ユーザインターフェイス30に入力され、そして可視インジケータ40により表示される。一般に、電圧と電流の種々の関係は、実験で決定されると共に、受け入れられる工業規格を参照することにより決定される。

【0030】マイクロプロセッサベースのシステムコントローラにおいては、電流感知信号及び電圧感知信号の電流パラメータに対する電圧-電流関係が、一般に、プログラムされたアルゴリズムにより制御される。本発明のこの特徴によれば、アルゴリズムは、特定の静電塗装システム構成又は用途に対して容易に改定又は再プログラムされる。更に、異なる電圧-電流アルゴリズムをもつ多数のプログラムをマイクロプロセッサに関連したメモリに記憶し、特定のシステム構成及び用途に対して所望の電圧-電流アルゴリズムを選択し、静電塗装システムのための実質的に普遍的な高電圧電源を形成することもできる。又、マイクロプロセッサをベースとするシステムコントローラ400は、システム性能、及び性能に関連したデータの記憶、特に、不揮発性メモリ60の欠陥状態を監視することができ、これを後で分析して、電圧制御アルゴリズム改定のベースとすることができる。シリアル入力/出力ポート72によりシステムコントローラに接続されたコンピュータ70は、システムコントローラ400にアルゴリズムをダウンロードしたりシステムコントローラのメモリからデータをアップロードしたりするのに使用できる。

【0031】上記電流パラメータを表す電流感知信号に応答して塗装材料アプリケーション100に供給される高電圧を動的に制御することは、電流パラメータが切迫した放電を示す比較的広範囲の状態を表し、感度を高めることになるので、静電塗装システムの放電を防止する上で顕著な進歩及び改善をもたらす。

【0032】本発明の別の特徴によれば、高電圧モジュール200の動作効率が高められ、塗装材料アプリケーション100とターゲット物体との間の放電が防止される。図1は、位相感知信号を発生するために高電圧モジュールの出力220に接続された位相感知モジュール700を示している。この位相感知モジュール700は、システムコントローラ400に位相感知信号を与えるためにシステムコントローラ400にも接続される。本発明のこの特徴によれば、システムコントローラ400は、第1及び第2の位相ドライバ330及び340からの第1及び第2の信号の駆動周波数を90°の位相ずれで高電圧変圧器230の共振周波数に実質的に整合させ、変圧器の出力の電圧信号を最大にする。変圧器の出力の位相感知信号を発生する回路、及び位相及び周波数を制御する回路は、参考としてここに取り上げる本発明の譲受人に譲渡されたヒュージ氏等の1992年10月27日付けの「高電圧電源制御システム(High Voltage Power Supply Control System)」と題する米国特許第5,159,544号に詳細に開示されている。第1及び第2の

位相ドライバ330及び340の第1及び第2の駆動信号の駆動周波数及び位相は、ターゲット物体Tが塗装材料アプリケーション100に近づいたり離れたるときに変化する傾向のある高電圧変圧器230の共振周波数に整合するように動的に制御される。変圧器230をその共振周波数で動作すると、変圧器の出力に最大電圧が発生し、従って、塗装材料アプリケーション100に供給される電圧の予期せぬ増加が生じて放電を招くおそれを低減する。図2の実施形態では、位相フィードバック信号がバッファ24を経てマイクロプロセッサベースのシステムコントローラ400へ供給され、そしてシステムコントローラ400は、第1及び第2の位相ドライバ330及び340からの第1及び第2の信号の駆動周波数の周波数を、高電圧変圧器230の共振周波数に整合するように制御する。1つの実施形態では、高電圧変圧器230が普遍的な巻線型変圧器であり、駆動周波数は、約45kHzないし約110kHzの間で変化し、この周波数範囲は、異なる用途及びシステム構成に対して更に広くても狭くてもよい。

【0033】本発明の別の特徴によれば、高電圧変圧器230の動作効率は、変圧器230に供給される制御モジュール300からの可変電圧駆動信号を減少して塗装材料アプリケーション100へ送られる高電圧を発生することにより更に最適化される。又、これは、高電圧モジュールにより発生される熱も減少し、これは、手持ち式の塗装ガン及び小型の塗装材料付と装置において特に重要な事柄である。又、高電圧モジュール200の熱を減少することは、電圧整流器及びマルチプライヤのストレスも減少し、これは、動作寿命を延ばすことになる。本発明のこの特徴によれば、電圧駆動感知モジュール800が、電圧駆動感知信号を発生するために制御モジュール300に接続される。この電圧駆動感知信号は、制御モジュール300により発生された可変電圧駆動信号において抵抗性分割器により発生される。又、電圧駆動感知モジュール800は、システムコントローラ400に電圧駆動感知信号を与えるためにシステムコントローラ400にも接続され、システムコントローラ400は、第1及び第2の位相ドライバ330及び340からの第1及び第2の信号の駆動周波数をスイープ即ち変化させ、制御モジュール300からの可変電圧駆動信号が最小となる駆動周波数を決定する。従って、駆動周波数は、高電圧変圧器230へ送られる可変電圧が、塗装材料アプリケーション100へ送られる所望の高電圧に対して最小となるまでの周波数へ変化する。変圧器230の効率を高めるこの特徴は、単独で使用することもできるし、上記の周波数整合及び位相ずれ特徴と組み合わせて使用することもできるが、変圧器230に供給される可変電圧を最小にする努力において変圧器230の共振周波数に対して制限された範囲内で駆動周波数を変化させ、駆動周波数及び共振周波数の整合を妥協するという制約を伴

う。

【0034】本発明の別の特徴によれば、高電圧変圧器230の動作効率、第1及び第2の位相ドライバ330及び340の第1及び第2の信号間に遅延を与えて、極性反転の前に可変電圧駆動信号により変圧器に誘起される電界の崩壊を許すことにより、更に最適化される。これは、変圧器のセンタータップ232へ供給される可変電圧駆動信号を減少すると共に、変圧器により発生される熱を減少する。図4は、変圧器のセンタータップ232へ供給される可変電圧駆動信号を交互にシンクするために第1及び第2の位相ドライバ330及び340を駆動する相補的な第1及び第2の位相駆動信号間の遅延即ちデッドスペースを示す。本発明の1つの特徴によれば、位相駆動信号間の遅延は、固定遅延時間である。別の実施形態では、所望の出力電圧に対しスイッチングレギュレータ320からの電圧駆動感知信号に応答して可変電圧駆動信号が最小にされるところの遅延時間を決定するために遅延時間が小さな範囲にわたって変更される。高電圧変圧器230の効率を高めるこの方法は、単独で使用されてもよいし、又は上記した本発明の他の効率改善特徴の1つ以上と組み合わせて使用されてもよい。

【0035】以上の説明から、当業者であれば、本発明の最良の態様と現在考えられるものを実施しそして利用することができるであろうが、ここに述べた特定の実施形態の精神及び範囲内で種々の変更、組合せ及び等効物が容易に理解されよう。それ故、本発明は、上記の特定の実施形態によって限定されるものではなく、特許請求の範囲のみにより限定されるものとする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態による静電塗装システムのブロック図である。

【図2】本発明の実施形態によるマイクロプロセッサベースの静電塗装システムのブロック図である。

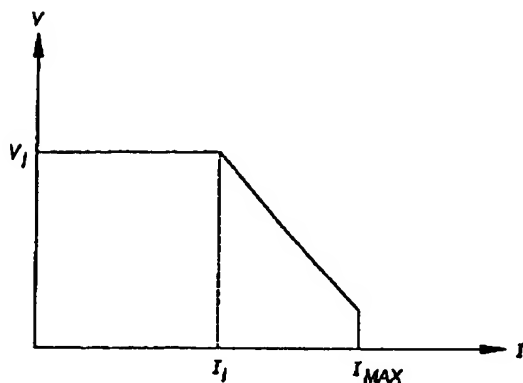
【図3】本発明による静電塗装システムの負荷電圧対電流の関係を示すグラフである。

【図4】対応する第1及び第2の位相ドライバによって発生された第1及び第2の駆動信号を表す相補的な第1及び第2の波形を示す図である。

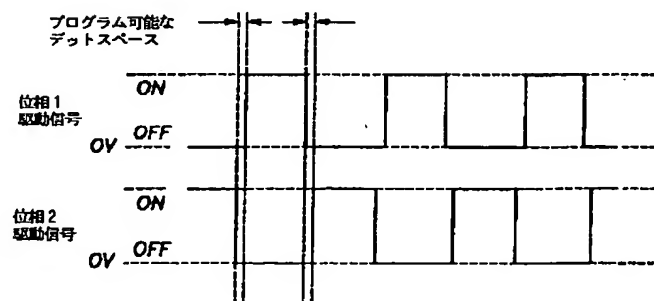
【符号の説明】

- 10 静電塗装システム
- 100 塗装材料アプリケーション
- 200 高電圧モジュール
- 210 入力
- 220 出力
- 230 高電圧変圧器
- 232 センタータップ
- 240 高電圧整流器・マルチプライヤ回路
- 300 制御モジュール
- 310 パルス巾変調器
- 320 スwitchングレギュレータ
- 330 第1位相ドライバ
- 340 第2位相ドライバ
- 400 システムコントローラ
- 500 電圧感知モジュール
- 600 電流感知モジュール
- 700 位相感知モジュール
- 800 電圧駆動感知モジュール

【図3】



【図4】



【図 2】

